

Cr 同位体分析法の確立と西グリーンランド、イスア地方の縞状鉄鉱層の成因研究への応用

High precision Cr isotopic analysis of terrestrial and extraterrestrial materials (application to Cr-rich layer from Isua BIF)

宮下 高幸[1], # 山下 勝行[2], 中村 昇[3], 高野 雅夫[4], 丸山 茂徳[5]

Takayuki Miyashita[1], # Katsuyuki Yamashita[2], Noboru Nakamura[3], Masao Takano[4], Shigenori Maruyama[5]

[1] 神戸大・自然科学・地球惑星, [2] 神大・理・地球惑星, [3] 神戸大・理・地球惑星, [4] 名古屋大・理・地球惑星, [5] 東工大・理・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [3] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [4] Dep. Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ., [5] Earth and Planetary Sci., Tokyo Institute of Technology

西グリーンランド・イスア地方の縞状鉄鉱層の中に、一層だけ他と比べて明らかに Ir と Cr が濃集している層が名古屋大・高野グループにより発見された。この成因が隕石の衝突によるものかどうかを探る目的で、Cr 同位体比分析を行った。

本研究では、TIMS による測定で二次的な質量分別補正を行うことにより、従来の約 3 倍の精度で Cr 同位体分析が可能になった。NBS979、JP-1、Allende、Shaw の測定結果は、それぞれ $Cr^{53}=0\pm 0.05$ 、 $+0.05\pm 0.08$ 、 -0.50 ± 0.14 、 $+0.41\pm 0.10$ となった。

今後はこの測定法を BIF に応用し、その成因を解明していく予定である。

西グリーンランド・イスア地方の縞状鉄鉱層 (BIF) の中に、一層だけ、他と比べて明らかに Cr が濃集している層が名古屋大・高野グループにより発見された (高野, 1998)。また、この Cr 濃集層には Ir も濃集していたことから、隕石衝突の痕跡である可能性がある。この成因を探るには、Cr 同位体を用いることが有効である。53Cr は短寿命核種: 53Mn の壊変により生じる。その 53Mn は原始太陽系内で不均一に分布していた可能性があることが報告されている (Lugmair and Shukolyukov 1998 など)。また、炭素質コンドライトは 54Cr に富む (または乏しい) Presolar 物質を含んでいることも報告されている (Papanastassiou 1986 など)。これにより Cr 同位体組成は、地球上の岩石ではその成因によらず一定の値となるが、隕石ではその種類により特異な値を示す。そのため隕石の衝突物を含む堆積層の Cr 同位体組成は地球のものとは異なることが報告されている (例えば Shukolyukov and Lugmair, 1998)。しかし、このような場合に検出される同位体異常は極めて小さいため、上記の BIF の成因解明には Cr 同位体比の高精度測定法を確立する必要があった (cf. Shukolyukov et al. 2000)。そのための手段が、Lugmair の研究グループにより報告されている二次的な質量分別補正である (Lugmair and Shukolyukov 1998)。これは、Exponential Law を用いて質量分別補正をした後に、53Cr/52Cr vs. 54Cr/52Cr に高い相関がみられたため、このとき得られる傾きを用いて、53Cr/52Cr をさらに補正するものである。これにより、彼らは非常に高い精度での Cr 同位体分析を可能にし、多くの研究結果を残している。

これまで、本研究室ではマルチコレクターを用いた質量分析測定を行ってきた。しかし、この方法では Exponential Law を用いた質量分別補正後の 53Cr/52Cr vs. 54Cr/52Cr に明らかな相関はみられなかった。そこで、約半年前よりシングルコレクターによる分析法により分析するようになったのと同時に、ローディングに使用する emitter (J-L Birck, pers. comm.) も作り直した。シングルコレクターによる測定では、1 測定を 300 スキャンとし、1 つのサンプルに対して、通常は 6~8 回、多いもので 17 回の繰返し測定を行った。標準試料 NBS979 の 78 測定の結果は、Lugmair and Shukolyukov (1998) で報告されているものより相関係数は低いものの、以前よりもはるかに良い相関が得られるようになった。

この得られた傾きを用いて二次的な質量分別補正を行った結果を以下に示す。結果はいずれも NBS979 の平均値を基準にした値で表示する。NBS979 の結果は 2 次補正前では $Cr(53)=0.00\pm 0.20$ 、 $Cr(54)=0.00\pm 0.37$ 、補正後では $Cr(53)=0\pm 0.05$ となり、高い精度で分析することが可能になった。

次に、この測定法を標準岩石 JP-1、炭素質コンドライト Allende および普通コンドライト Shaw に応用した。得られた結果は JP-1 が $Cr(53) = +0.05\pm 0.08$ 、Allende が $Cr(53) = -0.50\pm 0.14$ 、Shaw が $Cr(53) = +0.41\pm 0.10$ となった。Allende と Shaw は現段階では測定回数が少ないため誤差が大きいものの、その結果はこれまでに報告されている炭素質および普通コンドライトの値と誤差範囲内で一致している (cf. Shukolyukov and Lugmair 1998)。

今後は BIF にも応用し、成因解明を行っていく予定であり、現在はその準備のための BIF の酸分解・化学分離を進めている。

引用文献

- 高野雅夫 (1998) 科学, Vol.68, No.10, 778-781
- Lugmair and Shukolyukov (1998), GCA, 62, 2863-2886
- Papanastassiou, D.A. (1986) ApJ., 308, L27-30
- Shukolyukov and Lugmair (1998) Science, 282, 927-929
- Shukolyukov et al. (2000) In Impacts and the Early Earth, 99-116